

Cartografia Tátil: o papel das tecnologias na Educação Inclusiva

Carla Cristina R. Gimenes de Sena¹
Waldirene Ribeiro do Carmo

Resumo: *A Cartografia Escolar se estabelece como importante campo de pesquisa que integra a Geografia, a Cartografia e Educação, abrangendo conteúdos voltados para as metodologias para o ensino da Cartografia na Educação Básica (iniciação cartográfica, desenvolvimento do pensamento espacial, educação especial, entre outros). Este artigo apresenta algumas das reflexões feitas ao longo das últimas décadas sobre as principais técnicas de construção de representações táteis e o potencial desses recursos no ensino de Geografia em uma perspectiva inclusiva, assim como a importância da Cartografia Tátil como tema fundamental na formação inicial e continuada de professores de Geografia. Acrescenta-se a isso, parte dos resultados dos projetos desenvolvidos nos últimos 10 anos pelo Laboratório de Ensino e Material Didático em Geografia (LEMADI) do Departamento de Geografia da USP em conjunto com o Laboratório de Ensino de Geografia do da UNESP, Campus de Ourinhos, e o Centro de Cartografia Tátil da América Latina sediado na Universidade Tecnológica Metropolitana de Santiago do Chile. Ampliando o campo de investigação, o texto discute a inserção das tecnologias como aliadas à produção de recursos didáticos adaptados, com destaque para a prototipagem rápida em 3D, e à inclusão de pessoas com deficiência, além da necessidade de aumentar as pesquisas na área.*

Palavras-chave: *Cartografia tátil; inclusão; mapas táteis; tecnologia.*

Tactile Cartography: the role of technologies in Inclusive Education

Abstract: *School cartography integrates geography, cartography and education, working as a important research area that covers methodologies of teaching cartography in basic education (cartographic initiation, development of spatial thinking, special education and others). This paper presents some reflections made over the last decades about main techniques of construction of tactile representations and the potential of these resources in the teaching of Geography in an inclusive perspective respectively and tactile importance as a fundamental resource for the inicial and professional training of Geography teachers. Part of the results of the researches developed in the last 10 years by the Laboratory of Teaching and Didactic Material in Geography (LEMADI) of the Department of Geography of USP with the Laboratory of Geography of the Campus of Ourinhos of UNESP and the Center of Tactile Cartography of Latin America based at the Metropolitan Technological University of Santiago de Chile are also discussed, along with the insertion of technologies as a allied to the production of adapted didactic resources, with emphasis on rapid prototyping in 3D, and the inclusion of people with disabilities, in addition to the need to increase research in the area.*

Keywords: *Tactile cartography; school inclusion; tactile maps; technology.*

¹ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho- Ourinhos, e-mail: carla@ourinhos.unesp.br

Introdução

Os primeiros mapas surgiram como uma forma de orientação no espaço geográfico. Estes eram feitos de materiais rústicos e de maneira simples. Porém, eles acompanharam a evolução humana e hoje, com os avanços tecnológicos, estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, sendo parte integrante do ambiente escolar.

A Geografia trabalha com mapas, tanto na sua elaboração como em sua análise, sendo esse essencial para a comunicação do espaço geográfico. Na escola os mapas ilustram, problematizam e sintetizam o espaço geográfico e suas contradições, mas é preciso criar condições para que todos possam ter acesso aos mapas.

Atualmente, falamos em mapas de precisão, envolvendo técnicas que intercalam a fotografia, a aviação, satélites e a informática, aumentando a produção de mapas e cartas que são utilizados eletronicamente e dotados de interatividade. Esses mapas fazem cada vez mais parte do cotidiano, extrapolando o universo escolar e estando presente em jornais, revistas e dispositivos móveis. Cada vez mais utilizamos mapas para nos localizar, orientar e informar. Assim, compreender a realidade que vivemos com e pelos mapas se torna um dos temas a serem estudados durante a educação básica. Essa temática já faz parte dos programas escolares há algum tempo, mas é notável a expansão desse conhecimento no ensino, desde a Educação Infantil até o Ensino Superior principalmente a partir dos anos 90 do século XX fazendo com que a Cartografia Escolar se estabeleça no currículo escolar, e faça parte das pesquisas na universidade.

A Cartografia, a Educação e a Geografia formam os pilares da Cartografia Escolar, ou seja, os conceitos cartográficos e espaciais estão entrelaçados com o currículo e a formação docente. Seemann (2011) propõe que esta tríade seja representada por uma figura circular (**Figura 1**) que concebe a Cartografia Escolar como centro, e os seus três campos principais com as suas bases conceituais e metodológicas como círculos concêntricos para enfatizar a reciprocidade dos três pilares da educação cartográfica.

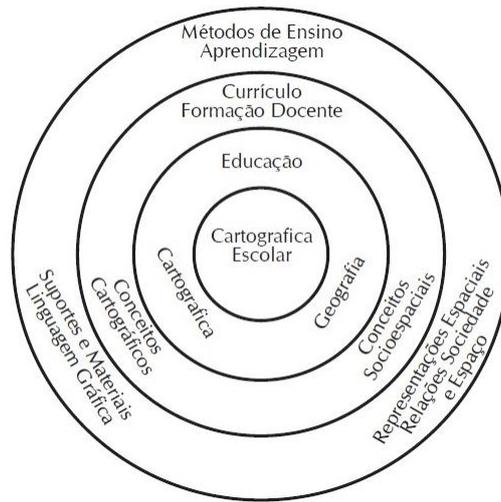


Figura 1: A Tríade da Cartografia Escolar.

Fonte: SEEMANN (2011)

Desde a década de 1990, vêm sendo realizados vários eventos científicos sobre Cartografia Escolar no Brasil. Almeida, R. D. (2011) realizou um levantamento sobre os trabalhos apresentados e os temas de interesse de pesquisadores e professores. Dentre os mais recorrentes estão os relacionados às metodologias de ensino, abrangendo conteúdos teórico-práticos voltados para a busca de técnicas didáticas para o ensino da Cartografia Escolar (iniciação cartográfica, educação especial, com destaque para a deficiência visual e ensino-aprendizagem de habilidades e conceitos específicos). Demonstrando que a Cartografia Inclusiva vem ganhando força e espaço junto à Cartografia Escolar e que no contexto da Comunicação Cartográfica é importante refletir sobre como as representações táteis podem contribuir para o ensino da Cartografia.

A maior parte das representações gráficas disponível está em formato impresso ou digital, ou seja, destina-se às pessoas com visão normal. Se considerarmos as pessoas com necessidades educacionais especiais, o grupo que encontra os maiores obstáculos, sobretudo, na área de ensino da Geografia é o das pessoas com deficiência visual, pela importância da visualização do espaço geográfico, de suas representações e das abstrações inerentes a essa disciplina que necessitam ser representadas. As informações e análises geográficas podem ser obtidas por meio dos textos que utilizam as linguagens verbal, escrita ou oral, no entanto, é necessário que essas informações sejam apresentadas também em linguagem gráfica/cartográfica. Por isso, o desenvolvimento de imagens e representações gráficas adaptadas à forma tátil torna-se indispensável para uma Geografia que pretenda ser inclusiva.

Este artigo apresenta algumas das reflexões feitas ao longo das últimas décadas sobre as principais técnicas de construção de representações táteis e o potencial desses recursos no ensino

de Geografia em uma perspectiva inclusiva e a importância da cartografia tátil como tema fundamental na formação inicial e continuada de professores de Geografia. (SENA, 2008), (CARMO, 2016). Acrescenta-se parte dos resultados dos projetos desenvolvidos nos últimos 10 anos pelo Laboratório de Ensino e Material Didático em Geografia (LEMADI) do Departamento de Geografia da USP em conjunto com o Laboratório de Ensino de Geografia do Campus de Ourinhos da UNESP e o Centro de Cartografia Tátil da América Latina sediado na Universidade Tecnológica Metropolitana de Santiago do Chile.

Deficiência e inclusão

Na antiguidade, os definidos como deficientes eram abandonados ou eliminados, pois sua condição era considerada um obstáculo para a comunidade em que viviam e isso era amplamente aceito. Durante a Idade Média, as pessoas com deficiência eram vistas com preconceito e como aberrações, algumas se escondiam em igrejas ou ainda passavam a fazer parte de circos.

Dos séculos XVIII ao XIX as pessoas com deficiências físicas e mentais continuavam isoladas do resto da sociedade, mas agora em asilos, conventos e albergues que, apesar de serem instituições assistenciais, se assemelhavam a prisões, sem tratamento especializado ou programas educacionais, servindo apenas para segregar os indesejáveis do convívio social.

No final do século XIX e meados do século XX se desenvolvem escolas e/ou classes especiais que, de acordo com Miranda (2003), visavam oferecer à pessoa com deficiência uma educação à parte. Somente no final do século XX, por volta dos anos 70, é que se observa um movimento de integração social desses com o objetivo de integrá-los em ambientes escolares, o mais próximo possível daqueles oferecidos à pessoa sem deficiência.

A história da Educação Especial no Brasil tem como marcos fundamentais a criação do “Instituto dos Meninos Cegos” (hoje “Instituto Benjamin Constant”) em 1854, e do “Instituto dos Surdos-Mudos” (hoje, “Instituto Nacional de Educação de Surdos – INES”) em 1857, ambos na cidade do Rio de Janeiro, por iniciativa do governo imperial (MIRANDA 2003. p.3).

O atraso na assistência e na educação da pessoa com deficiência no Brasil é resultado de uma cultura preconceituosa onde o mais comum era segregar e isolar essas pessoas do convívio público. Isso se refletiu durante muitos anos até a mudança na legislação e a ampliação de escolas e salas especiais para a inclusão da pessoa com deficiência na sociedade.

Em 1946 é criada, no país, a Fundação para o Livro do Cego, hoje Fundação Dorina Nowill para cegos, que além de ser a pioneira na produção de livros em Braille iniciou a qualificação de professores para trabalharem no ensino e integrar os estudantes com deficiência visual. Dessa maneira, foi possível a criação de salas de recurso em São Paulo (1950) e Rio de Janeiro (1957).

O movimento de integração surge com o sucesso de iniciativas de serviços de reabilitação de pessoas com deficiência. Após serem reabilitadas, física e profissionalmente, alguns eram considerados aptos a retornar à sociedade (escola, trabalho, lazer, etc.). Este processo foi inicialmente conhecido como reintegração, porque era aplicado somente a pessoas que estavam atuando na sociedade antes de adquirirem uma deficiência (principalmente física). Portanto, não era aplicado a crianças que nasciam com alguma deficiência ou passavam a tê-la nos primeiros anos de vida. A partir da década de 1980, a reintegração passou a ser chamada de integração, sendo utilizada para qualquer pessoa com deficiência.

De acordo com Sasaki (1997), o movimento de integração ensejou o surgimento e a proliferação de centros de reabilitação e de escolas especiais, considerados necessários para que as pessoas com deficiência pudessem ser preparadas para conviver na sociedade. A partir do trabalho das escolas especiais, desenvolveu-se a prática da integração, que consistia em levar os estudantes das escolas especiais para perto das escolas comuns. Um exemplo disto foi a criação de classes especiais dentro de escolas comuns. A bandeira da integração foi responsável também pela criação das oficinas protegidas (em que as pessoas com deficiência realizam atividades laborais permanecendo no próprio espaço das escolas especiais) que, por sua vez, inspirou a criação de emprego protegido (em que as pessoas com deficiência realizam atividades profissionais sem serem incluídas na dinâmica cotidiana de todos os outros trabalhadores) dentro de algumas empresas de grande porte.

Todos os princípios adotados até aqui para efetivar a integração do aluno com deficiência na escola regular representaram tentativas de ações que buscassem cada vez mais coerência e efetividade na direção de mudar as concepções e as formas estigmatizadoras de tratar a questão da deficiência. Todavia, só lograram êxito com aquelas crianças e jovens que conseguiam acompanhar os currículos e as atividades escolares comuns sem que a escola tivesse que se modificar. (ORMELEZI, 2006, p. 42)

A Constituição brasileira de 1988 define em seu artigo 5º que “Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza [...]” instituindo assim o princípio da igualdade como um de seus pilares estruturais. Apesar da existência de algumas leis anteriores, essa é a primeira vez que há a obrigação do Estado em garantir o atendimento educacional especializado às pessoas com

deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino, presente no artigo 208, inciso III (BRASIL, 1988).

No Brasil, as pessoas com deficiência têm o direito de acesso à educação garantido pela Constituição Federal de 1988 que no inciso III do Artigo 208, define como dever do Estado o "atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino". Esse direito é reforçado por outros documentos como a Declaração de Salamanca, da qual o país é um dos signatários. Este texto não tem efeito de lei, mas estabelece princípios sobre a Educação Inclusiva e foi formulado, a partir discussões realizadas no ano de 1994, na cidade de Salamanca, Espanha sobre o problema da inclusão das pessoas com necessidades especiais no processo educativo. (BOLONHINI JR, 2004)

Segundo a Declaração a importância das escolas inclusivas não se resume ao fato de serem capazes de proporcionar uma educação de qualidade a todas as crianças; sua existência é também um passo decisivo para ajudar a modificar atitudes discriminatórias e criar sociedades acolhedoras e inclusivas. É imprescindível que haja uma mudança na perspectiva social, pois, por muito tempo, as pessoas com deficiência têm sido marcadas por uma sociedade incapacitante que ressalta mais os seus limites que suas potencialidades. (UNESCO, 1994)

A Declaração de Salamanca diz que a escola inclusiva é aquela que contempla não apenas as pessoas com alguma deficiência, mas muitas outras necessidades educacionais especiais: crianças com dificuldades de aprendizagem, que sofrem algum tipo de exploração (de trabalho, sexual), moradoras de rua, em condição de extrema pobreza, com altas habilidades e mesmo as que estão na escola, mas são excluídas por algum motivo.

Posteriormente, apresentou-se a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96) que trata, pela primeira vez em um capítulo separado, da educação especial. Essa lei amplia a categorização do então denominado portador de deficiência tratando do atendimento para o educando portador de necessidades especiais.

A partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais, o documento foi publicado em 1998 e colocava a importância da adequação da ação educativa as diversas necessidades dos alunos na escola (BRASIL, 1998, p. 15), porém em 1999 é publicada uma versão específica dos Parâmetros Curriculares Nacionais (Adaptações Curriculares em Ação), esse documento, elaborado pela Secretaria de Educação

Especial do Ministério da Educação, apresenta de maneira mais explícita as ações necessárias para adaptação curricular de forma a permitir a inclusão do público alvo da educação especial.

O Ministério da Educação elaborou a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva em 2008, um documento que resgata o histórico da legislação sobre a questão da inclusão das pessoas com deficiência na escola, e apresenta as ações pretendidas para o atendimento escolar para esse público. Percebe-se que, após um longo processo de luta pelo direito pleno a educação, o estado brasileiro se compromete oficialmente a trabalhar para essa inclusão. Em 2015 é promulgada a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei 13.146/2015).

A leitura dos documentos oficiais mostra que, com o passar do tempo, a concepção de integração vai sendo substituída pela inclusão. Essa mudança de paradigma é fundamental na definição das ações específicas para o público alvo. Quando a inclusão é colocada como direito, o Estado passa a ter responsabilidade pelas mudanças que precisam ser feitas para que a sociedade possa dar oportunidade para todos os cidadãos, independente da presença ou não de alguma deficiência. No ensino isso é marcante:

De um lado, as determinações legais exigem que todos os estudantes estejam dentro da sala de aula, por outro, um sistema educativo, pré-existente, demanda mudanças estruturais e capacitação profissional para lidar com toda a diversidade do alunado.

Mais especificamente, quando se refere ao ensino da Geografia, em todo esse contexto inclusivo, a discussão sobre as práticas pedagógicas que promovam a aprendizagem de todos, permanece ainda sendo um vasto campo a ser explorado (ROQUEJANI, 2018, p. 18).

Cartografia Tátil e as pessoas com deficiência visual

A visão é um dos sentidos que permite a percepção dos espaços em seu todo e nos detalhes, possibilitando que o indivíduo se posicione em relação ao espaço em que se encontra, além de proporcionar a socialização através das imitações. Bebês e crianças pequenas, por exemplo, aprendem a se relacionar com pessoas e objetos observando as ações e comportamentos dos adultos com os quais convivem. A falta ou diminuição do sentido da visão acarreta, por conseguinte, um enorme déficit de informação, o que gera um grande número de situações de deficiência, desde as que apresentam apenas efeitos sociais ligeiros até as que podem colaborar para a exclusão do indivíduo se não se adotarem procedimentos adequados. (SENA, 2008)

A pessoa com deficiência visual tem diminuída ou mesmo comprometida a capacidade de decodificar informações que estão sintetizadas em imagens, necessitando de uma adaptação dessa informação para a sua compreensão parcial ou total.

Quando isso ocorre, os demais sentidos, principalmente a audição e o tato, se forem estimulados de maneira correta, podem auxiliar e até substituir a visão no processo de percepção e interação com o meio. Dessa forma é preciso desenvolver recursos didáticos adaptados que auxiliem no processo de ensino desse grupo.

Como sentido unificador de toda a atividade sensorial, a visão contribui predominantemente para a informação e formação dos indivíduos, o que ocasiona sérias desvantagens para as pessoas com deficiência visual. Contudo, o grau desta desvantagem pode ser contínua e consideravelmente atenuado se, na educação, na reabilitação e na formação profissional forem aplicadas técnicas adequadas, se forem convenientemente explorados e implementados os recursos didáticos e tecnológicos apropriados e se forem adotadas medidas sociais justas para compensação da deficiência.

A ausência da modalidade visual exige experiências alternativas de desenvolvimento, a fim de cultivar a inteligência e promover capacidades sócio adaptativas. O ponto central desses esforços é a exploração do pleno desenvolvimento tátil. Nesse processo, fica implícita uma compreensão das sequências do desenvolvimento dentro da modalidade tátil. São elas: consciência de qualidade tátil; reconhecimento da estrutura e da relação das partes com o todo; compreensão de imagens e representações e por último a utilização da linguagem gráfica.

O tato fornece informações a respeito do ambiente e a interpretação por meio da exploração sensorial. Essas informações são menos refinadas que as fornecidas pela visão, tendo de ser adquiridas sistematicamente e reguladas de acordo com o desenvolvimento, para que os estímulos ambientais sejam significativos.

As representações táteis podem ser utilizadas como recursos didáticos na sala de aula ou para auxiliar na orientação e mobilidade. A utilização de recursos gráficos táteis possibilita a superação de barreiras informacionais, contribuindo para a integração da pessoa com deficiência na escola, no trabalho e na vida diária, além de se transformar em um recurso didático passível de ser utilizado em todas as salas de aula e com todos os estudantes.

Nas aulas de Geografia trabalha-se com uma pluralidade de espaços e lugares com recortes muito variados que podem estar próximos ou distantes dos estudantes. Daí provém a importância da

utilização de recursos técnicos e didáticos que permitam a aproximação com o espaço ou lugar que está sendo estudado. Nesse sentido, a cartografia torna-se um recurso fundamental, pois possibilita a representação dos diferentes recortes desse espaço na escala mais adequada ao professor ou ao pesquisador. Por isso é fundamental que todos os tipos de materiais cartográficos, em diferentes escalas estejam disponíveis também na forma tátil. (CARMO, 2016)

As representações táteis são produzidas desde o século XIX em todo o mundo, até mesmo no Brasil por pais, professores e voluntários. No entanto, no nosso país foi somente na final da década de 1980 que este tema começou a ser pesquisado no âmbito das Universidades. A Profa. Dra. Regina Araujo de Almeida (Vasconcellos) foi a primeira pesquisadora a desenvolver um trabalho de pesquisa sobre a Cartografia Inclusiva no Brasil, por isso, sua tese intitulada "A Cartografia Tátil e o Deficiente Visual: uma avaliação das etapas de produção e uso do mapa" (VASCONCELLOS, 1993), continua sendo uma das principais bases para os pesquisadores que desenvolvem pesquisas nesta área. A autora teve como objetivo principal desenvolver e avaliar uma linguagem gráfica visual e tátil a ser utilizada no tratamento e comunicação da informação geográfica. Estabeleceu as principais etapas relativas à construção e utilização das representações táteis por pessoas com deficiência visual e propôs uma forma inovadora de ensino de Cartografia e Geografia para pessoas com deficiência visual.

Uma das grandes contribuições do trabalho de Vasconcellos (1993) foi sua proposta de transformar as variáveis visuais propostas por Jacques Bertin (1977) em variáveis táteis. As variáveis visuais são signos e sinais abstratos que constroem a representação gráfica cartográfica. A semiologia gráfica permite expressar de forma lógica e estética qualquer fenômeno da superfície terrestre, mas como os seus componentes são basicamente visuais foi necessário transferir estas características à percepção tátil.

A autora desenvolveu também um programa de introdução ao uso dos mapas. Este programa inclui a introdução de noções geográficas básicas, tais como, escala, distância, localização, direção e orientação, desenvolvidos por meio de uma série de atividades que tiveram como o objetivo não apenas auxiliar a os estudantes a compreenderem a linguagem simbólica dos mapas, mas também despertar o interesse e motivá-los, com o uso de jogos e histórias, por exemplo. A autora acredita que é fundamental "seduzir" os alunos e que um caminho é desenvolver a percepção, usando todos os sentidos para aprender.

A autora afirmou que as representações táteis são até mais importantes para as pessoas com deficiência visual:

No caso do aluno deficiente visual, a importância dos mapas é ainda maior. Diagramas, ilustrações, modelos e mapas, apesar de abstrações da realidade, conseguem concretizar o espaço, sintetizando a informação a ser percebida pelo tato. Os mapas podem ser usados para localização, orientação e locomoção, juntamente com a bússola, na escala da edificação. Estes recursos, para pessoas portadoras de deficiência visual, podem ser usados para auxiliar nos seus deslocamentos da vida cotidiana, na escola ou no bairro. Dessa forma, o mapa é fundamental na percepção e construção do espaço pelo usuário, principalmente porque ele não pode captar informações espaciais através da visão. (VASCONCELLOS, 1993 p. 50)

Refletindo sobre a importância desses recursos para o ensino de Geografia, Sena (2008) sistematizou as técnicas de construção de representações táteis desenvolvidas e amplamente avaliadas até aquele momento. Dessa forma, apresenta-se a seguir algumas alternativas de recursos didáticos adaptados, que foram desenvolvidos a partir dos princípios da cartografia tátil e que, originalmente, foram pensados para estudantes com deficiência visual, mas que, com o uso nas salas regulares, se mostraram interessantes para todos os estudantes.

Mapas e gráficos táteis podem ser construídos utilizando técnicas artesanais simples de colagem, (como por exemplo, o mapa da Figura 2) que apresenta a vantagem de poder agregar as mais variadas texturas para a representação da informação, seja na implantação pontual, linear ou zonal. Por exemplo, pontos representados por miçangas e botões, linhas com barbantes, soutache e cordões; áreas feitas de retalhos de tecido, lixas, papel cartonado, areia ou qualquer outra textura encontrada. Caso a representação seja elaborada para ser utilizada como produto final pelos estudantes pode-se incorporar outros materiais tais como isopor, EVA (borracha sintética geralmente comercializada em lâminas de diversas espessuras), plásticos e tinta em relevo para tecido. Essa grande disponibilidade de texturas permite a representação de mais variáveis em cada mapa, porém a técnica da colagem obriga uma generalização maior da informação a ser representada já que alguns materiais são difíceis para o corte em desenhos com muitas curvas ou detalhes pequenos.



Figura 2: América do Sul Vegetação – Mapa em colagem.
Fonte: Acervo de Mapas Táteis do LEMADI.

Essa técnica não exige grande habilidade em desenho, porém demanda um tempo maior devido à especificidade de cada material trabalhado. Além disso, o produto final se deteriora mais rapidamente quando é exposto ao uso direto. Por esse motivo, essas representações táteis são geralmente produzidas como matrizes, compensando o tempo gasto na sua confecção pelo grande número de cópias possíveis. Porém, é preciso considerar que geralmente os mapas em colagem são copiados em plástico em uma máquina de moldagem a vácuo (nessa máquina a placa termoplástica plana é aquecida, posteriormente o ar é sugado por entre a placa e o molde (mapa tátil) para que o material adquira o contorno da peça a ser copiada) dessa forma é preciso utilizar materiais resistentes ao calor.

Outra técnica considerada artesanal consiste no aproveitamento de lâminas maleáveis de alumínio (**Figura 3**) de espessura 0,10 a 0,14 mm que, apoiadas em uma superfície macia, são esculpidas com espátulas, carretilhas ou até mesmo a ponta de uma caneta esferográfica. Essa técnica é ideal para realização de desenhos simples, representações lineares e com pouca variação de texturas. Sua elaboração é rápida, mas depende de um pouco da prática com o uso das ferramentas e apresenta-se como uma matriz resistente para cópias em plástico. Suas limitações estão na pouca elevação, na limitação de texturas e na fragilidade do alumínio que se rompe com facilidade. O custo do alumínio nacional não é elevado, mas são poucas as lojas que comercializam as lâminas de alumínio na espessura ideal para as representações. Porém é possível reaproveitar o lacre das latas de leite em pó ou achocolatado para realizar representações pequenas.

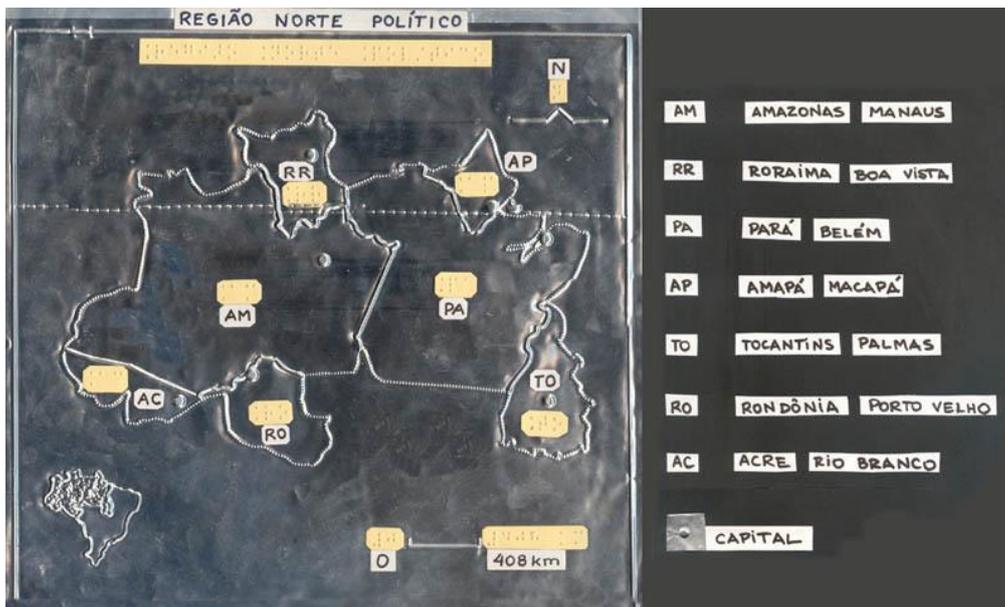
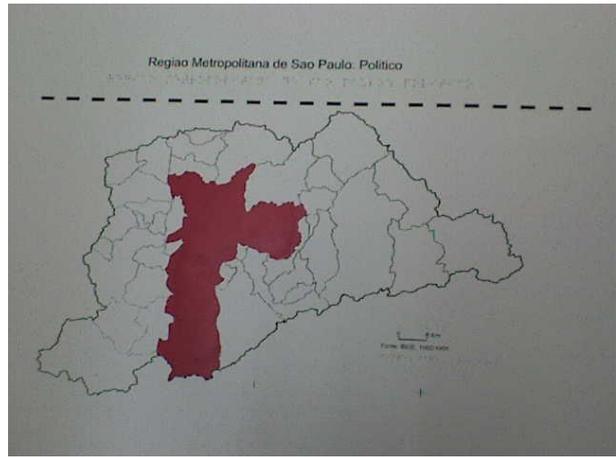
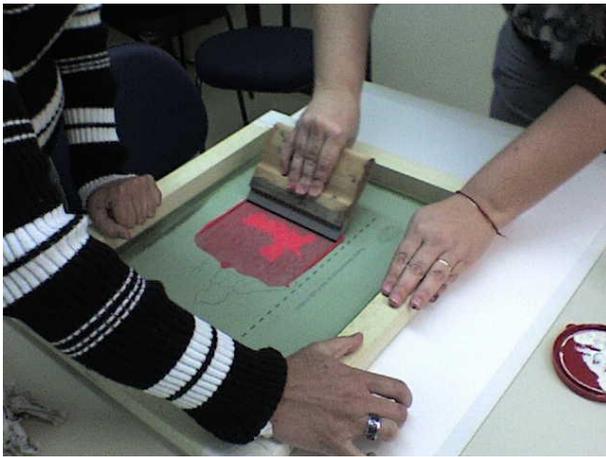


Figura 3: Região Norte - Político – Mapa em alumínio.
Fonte: Acervo de Mapas Táteis do LEMADI.

Para a reprodução de representações táteis em grande quantidade podem ser utilizados outros materiais e técnicas, entre eles destaca-se a serigrafia, técnica comumente aplicada para a produção de peças de vestuário.

Produzir mapas utilizando a serigrafia (**Figuras 4 e 5**) permite a reprodução em grande quantidade o que diminui consideravelmente o valor unitário do mapa. As limitações concentram-se na resolução da representação, implantações lineares não podem ter espessuras finas pois não permitem a passagem da tinta pela tela; as elevações são limitadas (máximo 2 mm) o que diminui o número de variáveis representáveis.

A tinta para tecido expansível com calor (*puff*) pode ser utilizada em pinturas artesanais, o que aumenta as possibilidades de variação das texturas e espessuras de símbolos lineares e pontuais, porém volta a ser uma técnica artesanal que aumenta o tempo de produção da representação e consequentemente seu custo.



Figuras 4 e 5: Produção de mapa em serigrafia.
Fonte: Almeida, Carmo e Sena (2011, p. 368).

Mapas audiovisuais táteis e as tecnologias assistivas

Com o desenvolvimento da tecnologia, outros materiais surgiram na tentativa de facilitar a representação de mapas, gráficos e ilustrações em relevo. Entre eles destaca-se o papel micro capsulado (*flexi paper*) - papel especial que contém duas camadas de fibras, é impermeável e resistente, produzido em vários países como Japão, Reino Unido, Austrália e Estados Unidos. Neste papel a ilustração ou mapa pode ser impressa em qualquer copiadora ou impressora jato de tinta. Após a secagem da tinta, o papel passa por algum equipamento que produza calor, o que resulta na elevação das áreas em preto.

Essa técnica é muito utilizada para a impressão de informações virtuais, o usuário busca as imagens na internet, imprime no papel micro capsulado (*flexi-paper*) (**Figura 6**) e o aquece, não necessitando assim da impressora braile para a sua reprodução.

A vantagem desse material é a facilidade de edição dos desenhos que serão impressos, pois qualquer imagem pode ser trabalhada no computador antes da reprodução. Além disso, é um material resistente e leve, o que facilita seu transporte e uso.

Devido à limitação da elevação da impressão não é possível fazer uma variação de texturas e alturas muito grande, o que força a uma grande generalização da informação, pois somente as impressões em preto são elevadas com o calor.

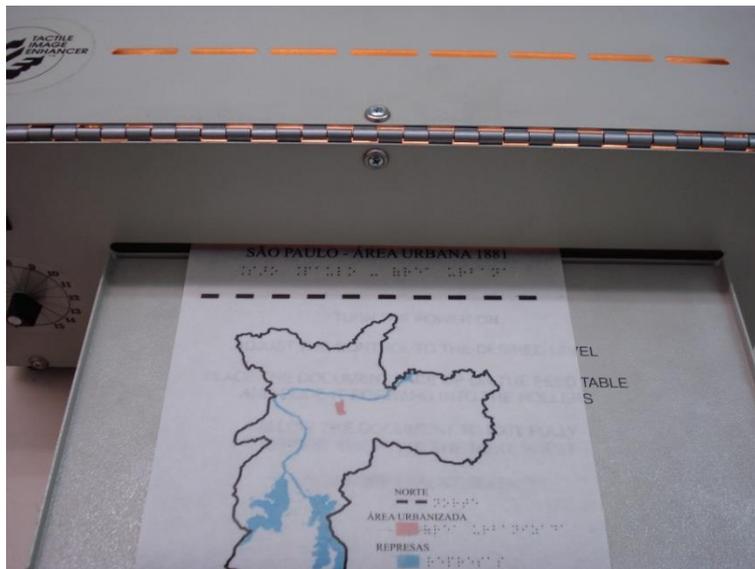
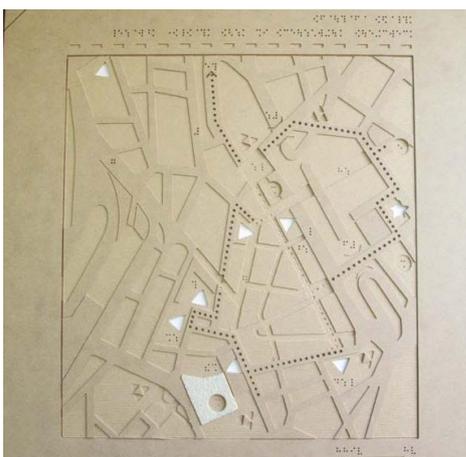


Figura 6: Produção de mapa em papel micro capsulado (flexi-paper).
Fonte: Almeida, Carmo e Sena (2011, p. 370).

A tecnologia também tem permitido a produção de mapas táteis a partir de matrizes de madeira (**Figura 7**) elaboradas em roteadoras programáveis por CNC (Controle Numérico Computadorizado) que permite a transferência com precisão dos mapas e demais representações gráficas elaboradas em SIG e softwares de desenho. O custo dessas matrizes é maior que as produzidas artesanalmente, porém apresentam grande resistência, possibilitando a obtenção de mais cópias em plástico (**Figura 8**). Neste caso também há limitações com relação à altura e variação das texturas, o que reforça a importância da clareza dos objetivos e público alvo da representação antes de sua confecção.



Figuras 7 e 8: Matriz em negativo produzida em madeira na roteadora e cópia em plástico transparente com a base correspondente em cores por baixo.
Fonte: CECAT – UTEM (2016).

Muitas vezes, a elaboração dos mapas táteis esbarra na questão da escolha dos materiais, pois determinadas temáticas necessitam de um número elevado de variáveis. O produtor do mapa precisa escolher se generaliza as informações, agrupando dados e diminuindo as variáveis no mapa ou se elabora uma coleção de mapas com mais informações selecionadas.

A tecnologia tem sido aliada no desenvolvimento de elementos de inclusão da pessoa com deficiência na sociedade. O uso de sintetizadores de voz nos computadores, o desenvolvimento de sites adaptados e de sistemas online que avaliam a acessibilidade das informações da rede, a elaboração de papéis para a impressão de representações em relevo são iniciativas que possibilitam maior autonomia e ampliação do universo desse grupo de cidadãos. Além disso, maquetes construídas de forma artesanal passaram a receber sensores que permitem a inserção de sons e vibração, tornando o material multissensorial.

A técnica mais utilizada para as maquetes de relevo é a de transposição das curvas de nível de uma carta topográfica para uma superfície que possa ser sobreposta. Diversos materiais podem ser utilizados como o isopor, papelão, madeira entre outros. É possível adicionar texturas à maquete, ou seja, reforçar ou destacar determinada informação que já foi representada pela variável elevação. Essa combinação auxilia na fixação de informações consideradas importantes para a maquete ou as noções trabalhadas nela.

Com a estrutura da maquete construída (**Figura 9**) é possível adicionar outras informações sensoriais, como sons programados por computador que podem ser acionados com o toque. Para essa inserção é necessário o uso de sintetizadores de voz e *softwares* que permitam a gravação e organização das informações que serão inseridas.



Figura 9: Sensor de toque instalado para inserção de sons programados na maquete tátil.

Fonte: Sena (2008, p. 130).

Atualmente, com as tecnologias digitais e os novos canais de comunicação, processamento e armazenamento da geoinformação, Almeida (2014, 20015) sustenta que a cartografia e os mapas são hoje ainda mais relevantes do que jamais foi pensado ou imaginado há 20 anos. Surgiram novas dimensões para a cartografia e para o mapa dirigido a pessoas com deficiência visual. Além disso, ocorreu uma democratização com relação ao uso dessas tecnologias, já que aparelhos de celulares com internet são atualmente acessíveis com custos muito menores do que no passado. Com isso, mapas sonoros e audiovisuais são realmente possíveis em qualquer lugar. É uma cartografia onipresente, mas que ainda não inclui a linguagem gráfica tátil. Isso significa que, na escola, as diferentes cartografias continuarão sendo apresentadas por muito tempo.

A tecnologia mudou o campo da cartografia, abrindo novas portas e incríveis possibilidades para a cartografia tátil. Informações visuais, táteis e sonoras podem ser facilmente colocadas juntas em uma representação do ambiente; as tecnologias atuais já permitem inclusive adicionar aromas, e provavelmente as pesquisas vão encontrar maneiras de incluir sabores no futuro. Técnicas de visualização estão evoluindo e se expandindo, em direção às realidades virtuais e imagens 3D para mapear o espaço geográfico; técnicas de sensoriamento remoto estão cada vez melhores para coletar, processar, salvar, representar e atualizar informações (ALMEIDA e TSUJI, 2005).

O que era apenas cartografia tátil destinada a usuários de mapas que não enxergam ou têm visão subnormal pode agora aproveitar os cinco sentidos e as muitas inovações na tecnologia dos computadores e das telecomunicações, tal como proposto pelo novo paradigma da '*Cybercartography*' (TAYLOR, 2003, 2005, 2013, 2014).

Tecnologias de informação e comunicação têm transformado a criação e utilização de mapas táteis. As pessoas com deficiência visual, sendo cegas ou com baixa visão em qualquer grau, têm acesso a diferentes dispositivos (equipamentos, produtos e software) para traduzir as imagens visuais para outros sentidos, como o tato e audição; esses dispositivos são chamados de tecnologia assistiva.

O desenvolvimento de "tecnologias assistivas" pode ajudar as pessoas com deficiência visual a terem acesso à informação espacial e contribuir com a questão da orientação e mobilidade. Essas tecnologias podem proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e, conseqüentemente, permitir que tenham uma vida independente.

Quase todas as tecnologias de substituição sensorial são agora relacionadas a computadores, embora várias tenham suas origens na tecnologia pré-digital, tais como gráficos táteis, Braille, gravadores de voz e câmeras de vídeo. A cartografia tátil pode e deve tirar proveito de uma grande variedade de tecnologias assistivas, incluindo as convencionais, tais como uma máquina de escrever em Braille e produtos de informática. Dispositivos de alta tecnologia podem fazer uma diferença real na cartografia tátil, como por exemplo, os leitores de computador de tela, sintetizadores de voz, uma variedade de software e hardware, teclados e mouses adaptados, óculos especiais e câmeras, GPS, telefones celulares, e assim por diante.

Todas estas tecnologias digitais de apoio são vitais para pessoas com deficiência visual, ajudando-as a "ver" imagens e gráficos, usando recursos táteis e sonoros. A acessibilidade a essas tecnologias ainda é um problema, principalmente considerando que cerca de 80% da população com deficiência visual do mundo vive em países em desenvolvimento e provavelmente não têm acesso às tecnologias da informação e da comunicação (ITC Technologies) e produtos adaptados. Atualmente, estas novas formas de representações táteis, usando formatos interativos multissensoriais e multimodais, pode atingir apenas uma minoria de usuários.

Mapas interativos multissensoriais funcionam e podem mudar a maneira como as pessoas com deficiência visual se relacionam com cartografia, como defendido por Almeida e Tsuji (2005). Há muitos desenvolvimentos recentes neste domínio onde computadores, telecomunicações, sistemas de posição geográfica, telefones celulares e tablets conectados à Internet podem trabalhar juntos, facilitando a produção de mapas multissensoriais que combinam sons, imagens e gráficos táteis, às vezes até envolvendo o olfato.

Mais recentemente, a prototipagem rápida, comumente conhecida de impressão 3D, vem sendo colocada por especialistas como uma revolução na produção de representações táteis.

Existem no mercado três tipos de impressoras 3D, que se diferenciam pelo processo de produção do modelo tridimensional, o primeiro chamado de *Stereolithography* e Sinterização Seletiva a Laser (SLA) que utiliza um feixe de luz ultravioleta para endurecer um modelo a partir de uma piscina de líquido fotossensível. Esta forma de impressão é mais cara e comumente utilizada na escala industrial para a elaboração de matrizes de produtos.

O segundo é a Sinterização Seletiva a Laser (SLS) onde um laser é usado para fundir o pó, criando uma camada do material impresso. Isto permite que alguns modelos para imprimir objetos de

metal. Dos três tipos de impressoras esta é a que apresenta o maior custo, tanto no equipamento como nos suprimentos.

E o terceiro, o mais utilizado é a *Fused Deposition Modeling (FDM)*, ou Modelagem por Fusão e Depósito, que trabalha com o processo aditivo, em que um modelo é criado pelo aquecimento e de extrusão de plástico, montado no modelo camada por camada. Este é o tipo mais barato e facilmente encontrado, inclusive com a possibilidade da compra das peças avulsas para montagem. Sem contar com os inúmeros vídeos que ensinam a montar e utilizar essas impressoras disponíveis na internet. A **figura 10** ilustra um mapa produzido com partes impressas em 3D.



Figura 10: Mapa e legenda produzidos em impressora 3D.
Fonte: GUAL, J; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. (2013, p. 3).

Outra opção se dá com o aumento na inserção de tablets e *smatphones* em sala de aula. O uso de aplicativos e da internet tem seduzido grande parte da comunidade escolar. Embora esse uso ainda possua limitações como falta de conhecimento pelo docente dos recursos disponíveis até uma insuficiência de hardware é possível notar, que como forma de comunicação, os celulares que tem acesso à internet são cada vez mais frequentes.

Um exemplo de software desenvolvido como recurso didático para o ensino de Geografia em uma proposta inclusiva é o GEO E.A, o aplicativo, baseado no estudo do material de Geografia disponibilizado nas escolas estaduais de São Paulo, conta com a opção de lupa, aumento de contraste, audiodescrição entre outras funções que permitem, que um estudante com baixa visão tenha acesso ao material. Porém novos estudos querem mostrar o potencial do aplicativo para todos os estudantes. (JORDÃO, 2015)

Na cartografia tátil as impressoras 3D e demais recursos tecnológicos abrem um novo universo de possibilidades para a produção de materiais multissensoriais, porém é necessário considerar

variáveis em relação ao custo, resolução de impressão, tipo de programação e necessidade de acesso à internet.

Isso significa que as pesquisas no desenvolvimento de novos materiais, melhoria da qualidade dos produtos e principalmente no aprofundamento dos estudos sobre a percepção do espaço por estes estudantes precisam ser incentivadas e divulgadas.

Nesse contexto, torna-se necessária a reflexão sobre como a adaptação de representações gráficas para a forma tátil pode absorver as mudanças tecnológicas e permitir que os usuários com deficiência visual possam usufruir de todas as facilidades que a tecnologia proporciona, além dos benefícios que a tecnologia oferece aos estudantes em geral.

Considerações finais

No início as pesquisas em cartografia tátil no Brasil tinham como principal preocupação a adaptação dos mapas para o tato e dos textos para o braile. Com a experiência adquirida desde a década de 1990, a partir da aplicação dos materiais com mais de 500 estudantes com deficiência visual, principalmente os de baixa visão do Brasil e da América Latina e da realização de cerca de 100 oficinas e cursos com os professores, o trabalho evoluiu para o desenvolvimento de materiais para serem utilizados por todos os alunos, inclusive os com deficiência visual.

Proporcionar ao estudante a possibilidade de ler e obter informações em diferentes tipos de mapas é uma forma de promover a inclusão através da construção de procedimentos que permitem se localizar, se deslocar com sucesso por cidades e bairros desconhecidos, assim como por locais públicos, tais como shopping-centers, parques, museus, hospitais, estações de trens e metrô. Esses procedimentos também possibilitam utilizar os mapas enquanto fontes de pesquisa que sintetizam informações sobre lugares, regiões e territórios de diferentes localidades do Brasil e do mundo.

Dessa forma os temas tratados nas pesquisas sobre cartografia tátil abordados neste texto têm sido inseridos nos cursos de Licenciatura em Geografia e na Pedagogia, em disciplinas de cartografia escolar e de educação especial, na busca de um processo de inclusão que seja realizado desde a formação inicial do professor.

As novas tecnologias e recursos digitais podem facilitar, ou mesmo garantir, a inclusão dos estudantes com necessidades especiais e seus professores. Com relação à cartografia tátil, a

tecnologia atualmente disponível ao usuário com deficiência visual, permite a combinação de recursos visuais, táteis e sonoros, de forma a ampliar o acesso aos mapas e às atividades cartográficas, o que facilitaria o ensino inclusivo.

É preciso considerar que o cotidiano da sociedade atual está envolto de tecnologia. O uso de robôs na produção industrial, a velocidade de transmissão e a capacidade de armazenamento de dados pelos computadores é cada dia maior. A internet passou a fazer parte da vida de milhões de pessoas no mundo todo e, se ainda é considerada privilégio de pessoas com maior poder aquisitivo, é também colocada por teóricos como forma de acesso das comunidades mais carentes à informação devido à popularização da rede em bibliotecas, escolas, centros comunitários e no comércio em geral.

Na escola, a tecnologia permite que as aulas possam ser enriquecidas com a interatividade, ou seja, não é apenas um recurso de ilustração de um conceito onde os estudantes apenas observam fotos, vídeos, gráficos e textos em geral. Existem hoje no mercado dezenas de programas sobre os mais variados temas que proporcionam a participação do estudante na construção dos conceitos, ou ainda na busca de mais informações sobre o tema tratado em aula.

Pesquisas futuras devem levar a cartografia tátil para um campo mais amplo de cartografia inclusiva com mapas atingindo mais pessoas e sendo disponibilizados a todos os usuários, seja a partir de um tradicional mapa tátil feito em colagem ou um mapa virtual de celular que utiliza serviços baseados em localização ou computação em nuvem que também podem ser acessados por comando de voz. Todos os mapas são relevantes e eles são um meio fundamental para atingir a percepção e o conhecimento do espaço, comunicando a informação espacial, navegando e aprendendo Geografia.

Bibliografia citada

ALMEIDA, R. A.; CARMO, W. R. e SENA, C. C. R. G. Técnicas Inclusivas de Ensino de Geografia (capítulo 16), In: VENTURI, L. A. B. **Geografia – Práticas de Campo, Laboratório e Sala de Aula**. Editora Sarandi, São Paulo, 2011.

ALMEIDA, R. D. **Cartografia Escolar**. Boletim do Programa Salto para o Futuro/TV Escola. Ano XXI – Bol. 13, 2011.

ALMEIDA (Vasconcellos), R., Tsuji, B. Interactive mapping for people who are blind or visually impaired. In: Taylor, D.R.F. (Ed.), **Cybercartography: Theory and Practice**, Elsevier, 2005, pp. 411–431.

BERTIN, J. *La Graphique et le Traitement Graphique de l'Information*. França: Flamarion, 1977, 277p.

BOLONHINI JR., R. **Portadores de Necessidades Especiais**, Editora ARX, São Paulo, 2004.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Adaptações Curriculares / Secretaria de Educação Fundamental. Secretaria de Educação Especial**. – Brasília: MEC/SEF/SEESP, 1998a.

_____. Constituição (1988). Título II Direitos e garantias fundamentais. Cap. 1. Dos direitos e deveres individuais e coletivos. Art. 5º.

_____. Constituição (1988). Título VII Da ordem social. Cap 3. Da educação, da cultura e do desporto. Seção 1. Art. 208. Inciso III.

CARMO, W. R. **A Cartografia Tátil na Formação de Professores de Geografia: da teoria à prática**. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia, FFLCH – USP. São Paulo, 2016.

_____. **Cartografia tátil escolar: experiências com a construção de materiais didáticos e com a formação continuada de professores**. Dissertação de Mestrado, DG, FFLCH, USP. São Paulo, 2010.

Centro de Cartografía Táctil – CECAT. **INFORME TÉCNICO FINAL AÑO 2016 - PROYECTO IPGH Nº CART.02/GEOG.02 2016: "PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DE SIMBOLOGÍA TÁCTIL PARA LATINOAMÉRICA: APLICACIÓN EN CARTOGRAFÍA TURÍSTICA"**. CECAT, Facultad de Humanidades y tecnologías de la Comunicación Social, **Universidad Tecnológica Metropolitana-UTEM**, Santiago do Chile.

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. Improving Tactile Map Usability through 3D Printing Techniques: An Experiment with New Tactile Symbols. In: **The Cartographic Journal**, VI. 000, nº 000, p. 1-8, 2013.

JORDÃO, B. G. F. **Cartografia tátil na educação básica: os cadernos de geografia e a inclusão de estudantes com deficiência visual na rede estadual de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografia, FFLCH, Universidade de São Paulo, Brasil, 2015.

MIRANDA, Arlete A. B. **A prática pedagógica do professor de alunos com deficiência mental**. Tese de Doutorado. UNIMEP. 2003.

ORMELEZI, E.M. **Inclusão educacional e escolar da criança cega congênita com problemas na constituição subjetiva e no desenvolvimento global: uma leitura psicanalítica em estudo de caso**.

Tese (doutorado em Psicologia e Educação) Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006

ROQUEJANI, T. C. **O Ensino de Geografia com Adequações Curriculares em Salas Inclusivas do Ensino Fundamental - Anos Finais**. Dissertação de Mestrado, UNESP – Bauru, Bauru – SP, 2018.

SASSAKI, R. K. *Inclusão: construindo uma sociedade para todos*. Rio de Janeiro: WVA, 1997.

SEEMANN, Jörn. O ensino de Cartografia que não está no currículo: olhares cartográficos, “cartofatos” e “cultura cartográfica”. In: NUNES, Flaviana G. **Ensino de Geografia: novos olhares e práticas**. UFGD Editora, 2011.

SENA, Carla C. R. G de. **Cartografia tátil no ensino de Geografia: uma proposta metodológica de desenvolvimento e associação de recursos didáticos adaptados a pessoas com deficiência visual**. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia, FFLCH – USP. São Paulo, 2008.

TAYLOR, D.R.F. (Ed.). **Cybercartography: Theory and Practice**, Elsevier, 2005.

_____. **Tactile Atlas of Latin America**. Carleton University, Ottawa, Ontario, Canada, 2001.

_____. The concept of cybercartography. In: Peterson, M. (Ed.), **Maps and the Internet**, Elsevier, Amsterdam, NL, 2003.

VASCONCELLOS, Regina. **A Cartografia Tátil e o Deficiente Visual: uma avaliação das etapas de produção e uso do mapa**. 1993. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia. FFLCH-USP. São Paulo. 1993.

UNESCO, 1994. Salamanca Declaration. Disponível em:
http://www.unesco.org/education/pdf/SALAMA_E.PDF.